

李坝金矿田地球物理特征及 物探找矿方法研究^{*}

郭 军 潘兆华

(甘肃省有色地质勘查局天水总队 甘肃 天水 741020)

摘 要 本文对李坝金矿田、金矿体及破碎蚀变带的地球物理特征进行了研究,总结了物探电性参数特征、磁性参数特征、双频激电异常及分布特征,对其异常进行了评价,提出了对物探找矿方法的认识。

关键词 地球物理特征 偶极法 中间梯度法 异常特征 找矿方法 李坝金矿田

1 前言

李坝金矿床位于东经 $105^{\circ}4'27''$, 北纬 $34^{\circ}21'22''$, 属礼县罗坝乡所辖, 距罗坝乡 3 km, 距礼县县城 28 km, 有简易公路相通。礼县县城距天水火车站 125 km, 有正式公路相通, 交通尚属方便。

在普查寻找李坝微细粒浸染型金矿床的过程中, 化探工作起了先导作用, 进而对异常进行地质及物化探相结合的评价, 为李坝金矿床的发现及远景的扩大起了重要作用。从 1986 年对该区进行 48 km^2 的 1:2.5 万沟系次生晕异常普查, 当年发现了金矿(化)体。在该区共发现金矿体 10 余条, 其主要为⑤号和⑥号矿体, 矿床规模已达到大型—特大型矿床。

该区大地构造位置为礼县—柞水海西冒地槽褶皱带西段, 亦即西秦岭海西褶皱带东段。矿区位于区域构造西礼盆地的西北部, 区内主要出露地层为中泥盆统和中石炭统, 零星出露中下侏罗统, 第三系主要分布于东部和南部, 第四系分布较广。

2 地球物理特征

2.1 区域地球物理特征

李坝金矿田所处礼—岷地区, 区域航磁 ΔT 异常表现为大片平稳低值场, 李坝矿田正处于平静场中~低缓高值场的边缘。礼~岷地区重力布伽异常反映出东、西部截然不同的特征, 东部天水以南和徽成地区反映为几处相对重力高, 向西重力值陡降, 在礼县~武都一带形成一南北向重力梯度变带, 反映了深断裂的存在。李坝金矿田正处在此重力梯度带中等值线变异部位, 航磁 ΔT 在此处出现的高值场可推断为沿深断裂中酸性侵入体的存在和大规模岩浆活动所致。

从莫霍面等深线图上可清楚地表明区域东部徽、成盆地地壳厚度变化不大, 并形成一莫霍面隆起区, 礼县~武都一线以西则地壳厚度递增, 形成莫霍面陡降斜坡, 李坝金矿田处于此向

西倾斜坡上的一北东东向局部槽凹部位,反映了不同方向深断裂交汇区域。

2.2 金矿体的地球物理特征

金本身虽然密度大(19.32 g/cm^3),电导率高($5\times 10^7\text{ sm}^{-1}$),但由于矿石中的金含量太低,以致它的存在并不改变矿石的物理性质,使金矿石与围岩之间不具有任何物性差异。但金矿体大多与硫化矿物伴生,最常见的是黄铁矿,其次是毒砂、磁黄铁矿、黄铜矿等。李坝金矿田中金品位与硫化物含量之间存在正相关关系,硫化矿物富集,金品位愈高,这种硫化矿物的伴生关系使金矿石的幅频率增大,通过有效地圈定出硫化物富集带(体),以其发现金矿床的。

一些金属如锌、金、汞及非金属硅、磷、硫都属于抗磁性物质,抗磁性物质的磁化率为负数,即 $J=KJ(K<0)$ 存在,这类矿物磁化率很小,一般为 -10^{-5} SI(K) 数量级,在磁法勘探中可看作无磁性。

2.3 破碎蚀变带的地球物理特征

破碎蚀变带经多期热液充填—交代活动,使黄铁矿沿解理呈斑点状分布,磁性岩性遭受碳酸盐化后,其中的磁铁矿蚀变为赤铁矿,使其磁性减弱,浸染状的黄铁矿又使其幅频率增大,因此在破碎蚀变带上出现磁场强度较弱的磁异常(或负异常)与激电异常。

李坝矿区金矿化具明显的受断裂蚀变带控制特点,几乎所有金矿化体都赋存于断裂蚀变带中,矿化强度与蚀变强弱关系密切,蚀变越强,矿化越好。

2.4 电性参数特征

1986年、1991年均用强迫电流法测定电参数(即泥团法),1991年泥团介质面粉泥加少量硫酸铜,所测岩石电参数幅频率值偏小,1986年测定介质为黄土泥加少量硫酸铜,测定条件更接近实际,而所测参数更为实际、准确而采用。

①含金矿岩性幅频率一般在 $6.3\sim 14.4\%$,而非含金矿岩性幅频率一般在 $1.0\sim 1.8\%$,含金矿岩性幅频率为围岩的6倍以上,有明显物性差异,表明该区有电法找矿的良好基础。

②该区含金矿岩性电阻率与围岩无明显差异,表明该区电阻率参数无利用价值。

2.5 磁性特征

该区范围内地层各种岩石大多数无磁性,仅有几块显示弱磁性,金矿体与围岩无明显磁参数差异。单从磁参数而言,不能提供磁法找矿的依据。

2.6 双频激电异常及分布特征

(1) 该区激电异常均分布在含金矿(化)的断裂及破碎蚀变带上,反映了含矿构造和矿体部位。

(2) 中梯法全区视幅频率 F_s 总的呈现较高的 F_s 数值,根据130个数据($F_s<4.0\%$)计算 F_s 算术平均值为 3.04% ,标准离差 0.63% ,异常等值线以 4.0% 勾起,即 4% 、 5% 、 6% 。

(3) 偶极法 F_s 选取451个数据($F_s<2.0\%$),计算 F_s 算术平均值为 1.1% ,标准离差为 0.4% ,异常等值线以 2% 勾起,即 2% 、 3% 、 4% 、 5% 、 6% 。

2.7 李坝金矿床特征简况

该矿区内的矿体严格受北西向次级断裂构造破碎带控制,矿带的展布形态和产状与控矿构造基本一致,矿带在平面上亦呈北西向($285^\circ\sim 300^\circ$)展布,矿带总体产状向南西倾斜,倾角陡,一般为 $75^\circ\sim 80^\circ$,矿体形态有层状、似层状、透镜状与脉状等。其中⑤号、⑥号矿体长度大于 800 m ,延深大于 300 m 。真厚度约为 8 m ,最厚可达十几米,平均品位为 5.49 g/t 。

3.1 中梯法与偶极法异常场场值特征

1988 年在李坝矿区完成 2 km^2 中梯法扫面, $AB=800 \text{ m}$, $MN=40 \text{ m}$, 由于工作面积小, 整个工作区均布置在矿区之中, 使 F_s 平均值数据达 3% , 未获得真正的背景场, 使出露地表矿体对应的异常分辨率低, 遗漏了低值异常, 从而使矿区异常解释不准确, 只获得高值异常 4 个 (如图 1)。1991 年投入偶极法 8.5 km^2 , $AB=MN=60 \text{ m}$, 获得偶极法异常 18 个位置对应中梯法 2 km^2 数据图。

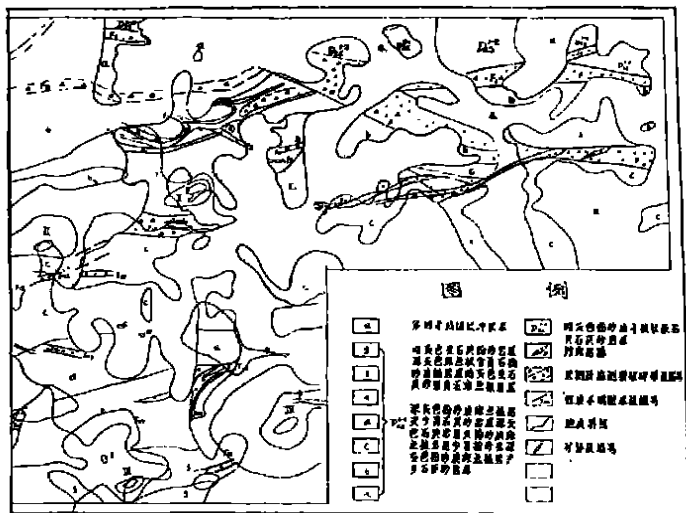
偶极法异常 18 个, 分别编号为 J_1 、 J_2 、 J_3 …… J_{18} (如图 2), 下面解释如下:

J₉、J₁₂异常东段为一堆场
采矿区,J₉西段为马沟堆场采破

J₁₀异常西南段,即⑤号矿体西延端,即为水电局堆场采矿区。

J₃ 异常,长 0.3 km,近似等轴状,规模中等,强度高, $F_{Smax}=6.7\%$,地表槽探工程未见矿,依控矿条件与异常形态,推断该异常为⑥号矿体向 280°方向向西延伸的分枝部位,可使⑥号矿体向西延伸 400 m 以上,后经验证为⑤号并非⑥号矿体的延伸部位,并为礼县黄金公司堆场采矿区。

J₁异常,长 1.0 km,宽 0.15 km,异常规模大,强度中等,异常峰值 $F_{\text{Smax}}=4.7\%$ 。异常形态

图1 李坝金矿区地质双频激电中间梯度 F_s 异常综合示意图

与特征反映了⑤号金矿体东段部位,即该异常由⑤号金矿体产生。⑤号矿体西端为礼县县委(即十字沟)堆场采矿区,而东段为太白金矿选厂原生矿采矿区。 J_{13} 异常,强度高,异常峰值为 $F_{Smax}=6.4\%$ 。异常长1.4 km,宽0.4 km,规模大,布设I号综合剖面(图8),该剖面中梯异常、偶极异常、 ΔT 负异常均反映出该异常为多条矿(化)体所产生。但该矿(化)带规模比⑤号矿体大,由 ΔT 曲线看出,该矿体矿化不如⑤号矿体,即品位低于⑤号矿体。

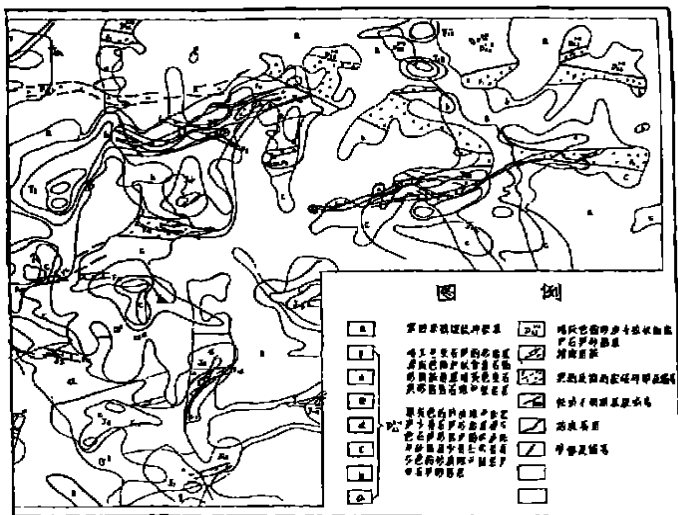


图2 李坝金矿区地质双频激电偶极法 F_s 异常综合示意图

由综合剖面图(图3),⑤号矿体近似为直立板状体,其偶极测深曲线为近似标准理论曲线,矿顶为单峰,两侧为对称双峰曲线,而 J_{13} 异常形态为西南端缓而北东端陡,故矿体向西南方倾,推断该异常为隐伏矿(化)体所致,后经验证为 F_{18} 所控制的40~44号等多条矿体产生,并为礼县量具厂堆场采矿区。

J_{14} 异常,规模大,异常峰值为 $F_{Smax}=5.5\%$,且与中梯法异常吻合,异常地段为黄土覆盖区,推断该异常为隐伏矿(化)体所致,后经验证为 F_{18} 所控制的40~44号等金矿体向西延伸部位。

J_1 异常规模较大,强度高,且西部异常未闭合,异常区内断裂构造十分发育,成矿条件有利,兄弟单位在异常检查时,发现数条金矿体,由上述表明 J_1 为数条金矿(化)体所致。

J_8 异常强度中等,最大峰值 $F_{Smax}=4.7\%$,与中梯 F_s 异常十分吻合,经实地踏查,发现一宽60 m矿化蚀变带,布设综合剖面(图略),由异常拟断面图,说明矿(化)体向西南陡倾,后经槽探揭露验证见有3层表外矿体,第二层表内矿体,最大品位为7.21 g/t,故 J_8 为数条矿化体所致。

J_5 异常,经实地踏查,为⑦、⑧、⑪号矿体所产生,异常展布于 F_{13} 的分枝复合部位,该3条矿体均有向西延伸的可能,依异常特征,矿体沿西延伸的规模不大。

J_6 异常,经实地踏查,初步认为该异常为西南延伸的⑪号金矿体以及延伸数百米的隐伏矿(化)体所产生。后经验证,发现长为500 m,由 F_{15} 控制的矿体, J_6 展布于矿体西段,而 J_{11} 分布于矿体东端。

J_5 、 J_6 、 J_{11} 分布范围内的矿体,均为礼县罗坝乡堆场采矿区。

J_7 异常,规模中等,强度中高,与中梯 F_s 异常位置吻合,产于大青刚~姜坪大断裂上及其以北。

实地踏查,发现两条矿(化)破碎蚀变带,后经验证 J_7 为 F_{18} 控制的盘脊梁矿体的西延部

J₁₆异常,长约0.45 km,宽0.15 km,规模中等,强度中等,异常峰值 $F_{Smax}=4.1\%$ 。异常近似等轴状极化体产生,经实地踏查,发现3层厚为5 m、6 m、8 m的矿(化)体,综合剖面(图3)所测3极组Fs拟断面图推断的极化体异常相吻合,高精度磁测 ΔT 呈负值异常。

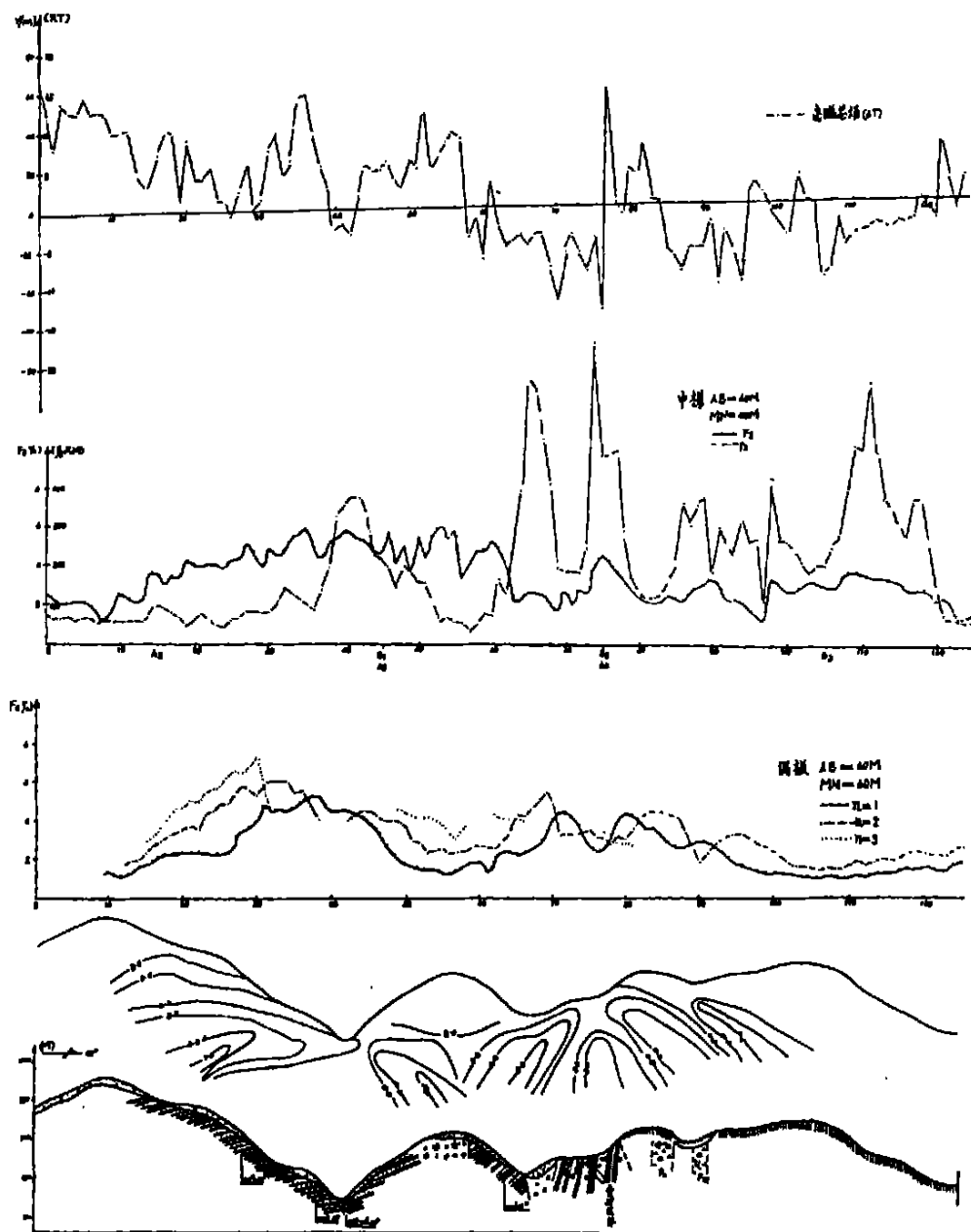


图3 李坝金矿区Ⅰ号地质物探综合剖面示意图

综上所述,该异常为矿(化)体所致,其异常特征表明,⑤号矿体南侧存在一条向南陡倾的矿(化)体,与⑤号矿体交汇,而形成较大的金矿富集段,而不是80勘探线回转成扫帚状。

J₁₇、J₁₈异常当时未编号解释, $F_{Smax}=5.7\%$ 。规模小,按传统点认为F₁以北无矿,但由前述李坝矿区偶极法异常均是金矿(化)体产生,本区无非矿异常源,推断为该异常为金矿体产生,建议进行地表工程及深部工程验证。

3.3 中间梯度法异常

通过 2 km^2 的中间梯度法扫面,获得 4 个高值异常,编号分别为 I、II、III、IV(图 1)。

依中梯法场的特点,对直立良导板状体,异常分辨率最低,但李坝矿区⑤、⑥号等矿体产状接近直立板状体,电阻率差异不大,确能产生如此强度高、规模大的异常,现分别解释如下:

I 异常,面积为 0.16 km^2 , $F_{Smax}=6.3\%$,由异常形态、展布的位置,已勘探的⑤、⑥号等矿体,推断该异常由⑤、⑥号矿体之间数条矿条组成矿带从浅部到深部的综合反映。由此拟断面图(图略),该异常与⑥号矿体无关,⑥号矿体异常值小于该异常等值线值,该异常对应的矿体比⑥号矿体大得多。

II 异常,面积为 0.12 km^2 , $F_{Smax}=6.3\%$,为 I 号异常源矿体的西延伸部位,由于 F₂ 与 F₁₂ 之间在此距离加大,控矿空间增大,矿化范围增大,故 II 异常面积大,而异常强度与 I 异常相同,表明此处深部矿体规模大,建议钻探深部验证。

III 异常面积 0.25 km^2 , $F_{Smax}=6.5\%$,该异常认为是 F₁₃、F₁₂ 及 F₁₈ 所控制的矿带的综合反映,深度较之地面浅部矿体规模大得多,建议深部钻探验证。

IV 异常面积 0.25 km^2 , $F_{Smax}=6.2\%$,为引起 III 号异常源矿体的东延部分,建议深部进行钻探验证。

3.4 高精度磁法 ΔT 异常

由磁性参数表明,该区含金矿岩性的磁性与围岩无明显差异,磁法在该区不能应用于直接找矿,但新一轮固体矿产普查中的高精度磁法勘探,提高了观测精度,可观测普通磁法无法观测的弱磁性地质体引起的弱、微弱异常,可用于间接找矿。

本次使用高精度 G856 质子旋进磁力仪,通过李坝典型剖面试验,可在含矿破碎蚀变带上获得弱的磁异常,并将观测精度由 5 nT 提高为 3 nT,使达到间接找矿的目的。

根据异常下限应大于 5 倍以上的均方误差,故本区高精度磁测 5 km^2 ,以 -10 nT 为异常下限,勾磁异常等值线即 -10 nT 、 -20 nT 、 -40 nT 、 -80 nT 、 -160 nT 。共获得负的磁异常 12 个,分别编号为 M₁、M₂……M₁₂,见图 4。

M₂ 为工作区最西端磁异常,往南未封闭,峰值为 $M_{max}=-54.7\text{ nT}$,当时未编号解释,后经验证为 F₁₃ 破碎带矿体西延部位的反映。

M₃ 峰值 $M_{max}=-29.1\text{ nT}$,为 F₁₂ 破碎带的控制矿体部位反映。

M₄ 峰值为 $M_{max}=-36\text{ nT}$,展布于 F₁₃ 破碎带内,异常源为 M₂ 异常源东段矿体的反映。

上述磁异常幅值不大,但均能产生指示异常,后经验证并为 106 队在包家山堆场采矿区。

M₆ 峰值为 $M_{max}=-23\text{ nT}$,后经验证为 F₁ 破碎带内的①、②、③号矿体。

M₇ 峰值为 $M_{max}=-179.6\text{ nT}$,异常源为 0~15(勘探)线的⑥号矿体。

M₈ 峰值为 $M_{max}=-118.5\text{ nT}$,异常源为 31~0 线的⑤号矿体。

M₁₄ 峰值为 $M_{max}=-131.5\text{ nT}$,该异常分为两部分,对应反映⑤号矿体分枝部位,即北部为 88~104 线的矿体,而南部为 92~104 线的⑤号矿体部分。

M₂₀ 异常峰值为 $M_{max}=-91.2\text{ nT}$,为 32~40 线⑥号矿体东段部位的反映。

M_{11} 异常峰值为 $M_{\max} = -134 \text{ nT}$, 为⑥号矿体东段延伸部位的反映。

如上所述, ΔT 负异常所对应的矿体, 通过地表槽探工程控制, 堆浸场采矿品位及钻孔已控制的矿体品位表明, ΔT 负异常强度愈大, 蚀变愈强烈, 矿化愈好, 其品位愈高, 尤其在⑤、⑥号矿体品位最高的部位, 负磁异常强度均大于 (-100 nT) 以上。这对本区矿体品位有较好的指示意义。

M_{15} 异常峰值为 $M_{\max} = -161.9 \text{ nT}$, 磁异常强度大, 有激电 J_{16} 异常与其吻合, 并布设综合剖面, J_{16} 解释为⑤号矿体南侧与之交汇的金矿体富集段, 与 ΔT 磁异常解释一致, 且目前尚未开采利用, 建议验证并开采。

M_{12} 异常峰值为 $M_{\max} = -601.9 \text{ nT}$, 为工作区异常强度最大的磁异常, 位于 F_1 北端, 传统看法认为 F_1 北端无矿, 但 M_{12} 异常强度之大, 又有对应的 J_{17} 号异常, 由本工作区上述激电异常 18 个, ΔT 高精度磁异常 12 个, 已经验证的均为金矿体所致, 说明本区物探找矿方法能较好的指示矿体所对应的部位, 推断 M_{12} 异常及 J_{17} 异常为金矿(化)体所致, 建议对 M_2 异常即对应部位 J_{17} 异常进行大胆的验证, 打破以往的认识, 在 F_1 以北开劈出新的黄金基地。

4 成果认识

①中间梯度法在本区的工作也取得了较好的地质效果, 只因 1988 年度工程揭露控制少, 无法想象有如此大规模的矿体, 中间梯度异常强度高, 规模大而不敢认识。通过多年的工程控制, 验证异常均为矿致异常, 其异常反映由浅部到深部矿体的综合特征, 至今仍有较好的指示找矿意义。

②偶极法由于本方法分辨率高, 异常明显, 在本区更易获得浅部及出露矿体的异常, 且易于验证, 充分显示该方法的优越性, 但对于较大埋深的隐伏矿体, 有其极距的限制, 无法达到中间梯度法在本区的探测深度。

③高精度磁法所具有的较高分辨率, 极大地扩展了磁法勘探的范围。通过间接找矿划分矿石的品位, 如礼县王河堆场、乡政府堆场等其采矿区无负磁异常, 表明矿化弱, 其入堆品位均较低。

总之, 通过上述工作和认识, 表明李坝金矿区, 物探找矿方法能取得明显的地质效果, 充分发挥了其独特的作用。

参考文献

- [1] 秦葆珊等. 高精度磁法勘探. 北京: 地质出版社, 1985
- [2] 何积善等. 频率域激发极化法与双频道幅频观测. 长沙: 中南工业大学出版社, 1993

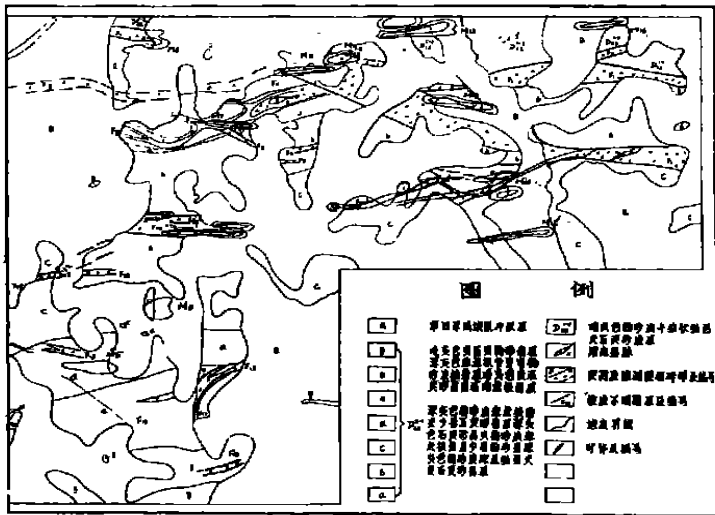


图 4 李坝金矿区地质 ΔT 高精度磁测异常综合示意图